



## LAUREA MAGISTRALE

## Matematica Applicata

## IN BREVE

Il corso di studi in Matematica Applicata vuole formare matematiche e matematici con una solida preparazione teorica e con un'ampia conoscenza delle idee e degli strumenti con cui la matematica partecipa allo sviluppo di altre discipline (per esempio fisica, informatica, biologia, economia, ingegneria), e contribuisce al progresso scientifico e tecnologico.

Grazie a una formazione basata sull'interazione tra teoria e applicazione, i laureati e le laureate magistrali in Matematica Applicata avranno le competenze per contribuire alla soluzione di un ampio spettro di problemi applicativi, e potranno inserirsi con successo in **realità produttive**, nelle **amministrazioni**, e nel **mondo ricerca**, oppure proseguire la loro formazione attraverso il **dottorato** o **scuole di specializzazione**, in matematica o nelle discipline che utilizzano in modo rilevante la modellistica matematica.

Questa laurea magistrale si fonda su:

- l'attività di ricerca scientifica del dipartimento (<https://www.mat.uniroma1.it/ricerca/>)
- l'ampia esperienza di scambio scientifico interdisciplinare (**seminario MoMA** - Modelli Matematici per le Applicazioni - <http://www1.mat.uniroma1.it/ricerca/seminari/moma/>)
- i contatti con l'industria e il mondo della ricerca applica (**SMII** - Sportello Matematico per l'industria italiana - <https://www.sportellomatematico.it/SMII/team/>)

Il corso offre **3 curriculum**:

**MApS: Matematica Applicata per le Scienze**

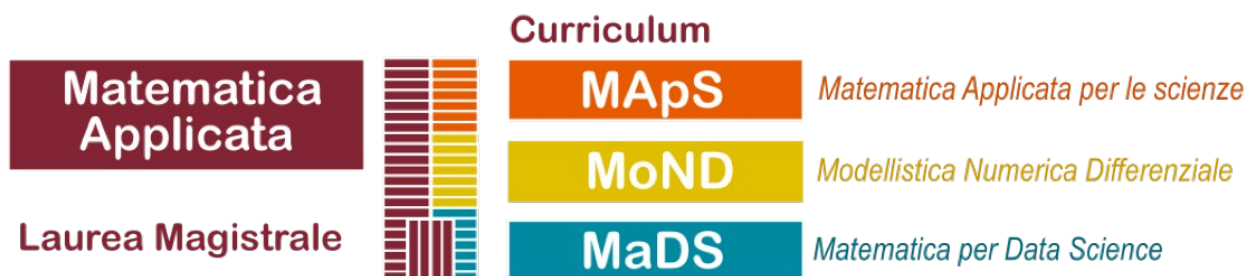
per una formazione approfondita degli strumenti analitici, probabilistici e fisico-matematici alla base dello studio delle scienze naturali, sociali e dell'ingegneria.

**MoND: Modellistica Numerica e Differenziale**

per una formazione approfondita sulla modellizzazione analitica dei problemi applicativi e sulle tecniche numeriche per affrontarli e risolverli.

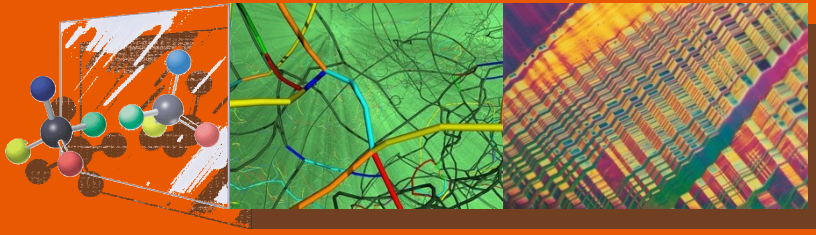
**MaDS: Matematica per Data Science**

per una formazione approfondita sui metodi probabilistici, statistici, di ricerca operativa, di matematica discreta, e sugli algoritmi di intelligenza artificiale per l'analisi dei dati.





## MAppS: Matematica Applicata per le Scienze



L'interazione con le scienze è un punto centrale dello sviluppo della matematica e, più in generale, della cultura scientifica e tecnologica delle società contemporanee. Le domande fondamentali poste dalle scienze naturali e ingegneristiche e dall'economia hanno da sempre ispirato i matematici a ricercare nuove strutture e nuovi concetti per la comprensione di fenomeni complessi.

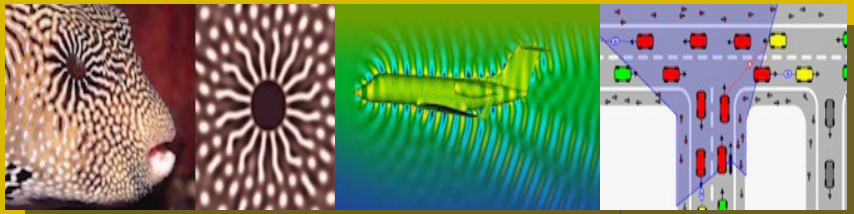
Questo legame continua tutt'oggi. Nel 2014 **Martin Hairer** ha vinto la medaglia Fields per aver dato un senso rigoroso alle soluzioni dell'**equazione differenziale stocastica** KPZ, dovuta ai fisici M. Kardar, G. Parisi, e Y.-C. Zhang, che descrive la crescita delle superfici, come il fronte di fiamma di un incendio, le superfici di agglomerati colloidali, superfici tumorali. La medaglia Fields è stata assegnata nel 2018 ad **Alessio Figalli** per i suoi risultati nel campo del **calcolo delle variazioni** e nella teoria del **trasporto ottimo**. Questa, introdotta da Monge e Kantorovic per applicazioni a problemi di allocazione di risorse e di economia, si è in seguito rivelata un potente strumento matematico per affrontare vari questioni di natura geometrica e di analisi funzionale. Infine, le applicazioni della matematica alle leggi della **meccanica quantistica** sono alla base dello sviluppo dei computer quantistici, e dei materiali di nuova generazione dell'elettronica, come il grafene.

Questo legame stretto tra teoria e realtà ha un formidabile aspetto formativo. Infatti la matematica mette a disposizione infinite tecniche, belle e generali, e proprio il rapporto con il fenomeno in studio può aiutare a selezionare quelle più rilevanti e significative, e talvolta crearne di nuove.

Il curriculum di Matematica applicata per le scienze, offre una formazione approfondita sugli **strumenti analitici, probabilistici e fisico-matematici** utilissimi a chiunque voglia fare matematica applicata, sia nelle altre scienze che nei contesti lavorativi. Inoltre permette di acquisire competenze in vari importanti ambiti di queste discipline, sia più applicativi che più teorici (calcolo delle variazioni, processi stocastici, teorie cinetiche, meccanica quantistica, meccanica statistica, sistemi dinamici) preparando alla **ricerca applicata e teorica** in matematica.



## MoND: Modellistica Numerica Differenziale



La matematica è alla base di molte applicazioni che hanno spesso motivato e guidato il suo sviluppo. La fisica, la chimica e l'ingegneria per prime hanno utilizzato la formalizzazione matematica per descrivere la meccanica, le reazioni chimiche, la dinamica dell'aria intorno alle ali di un aeroplano, solo per citare alcuni casi significativi. In anni più recenti, la **medicina**, la **biologia**, l'**economia** e le **scienze sociali** hanno iniziato ad usare modelli matematici per descrivere la crescita cellulare, l'evoluzione dei tessuti e la formazione delle opinioni in un social network.

Questa modellistica è spesso sviluppata attraverso le equazioni differenziali ordinarie ed alle derivate parziali motivando sia la costruzione di teorie avanzate per lo studio dei sistemi corrispondenti che per la descrizione e l'analisi dei metodi numerici che permettono di ottenere soluzioni approssimate con un alto grado di accuratezza. Nelle applicazioni infatti è raro trovare una soluzione di problemi complessi in forma analitica ed è molto più frequente l'uso di uno schema numerico per ottenere una soluzione approssimata del problema.

Per questo motivo il curriculum combina corsi di **analisi matematica** e **modellistica** con corsi di **analisi numerica** e **calcolo scientifico**. L'obiettivo è quello di offrire una formazione avanzata sui **modelli matematici differenziali** e sulla loro **risoluzione numerica**. Si può completare la formazione con corsi di **probabilità** e **fisica matematica** o corsi di altre discipline presenti nell'ampia offerta di Sapienza.

Le laureate e i laureati in questa area, presente da molti anni nella laurea in Matematica Applicata, trovano facilmente lavoro sia in ambito industriale che in ambito accademico nelle migliori università italiane e straniere. Si inseriscono facilmente in un team con varie competenze complementari per affrontare e risolvere problemi applicativi anche con l'utilizzo di linguaggi e strumenti di calcolo avanzati. A questo scopo molti dei corsi di questa area prevedono **esercitazioni in laboratorio** e lo **sviluppo di progetti**.



## MaDS: Matematica per Data Science



Da molto tempo i matematici hanno sviluppato tecniche e algoritmi per l'**analisi** e il **trattamento di dati**, che hanno applicato alle ricerche delle parole chiave in un testo o di oggetti in **cataloghi multimediali**, al **trattamento delle immagini**, all'analisi del **flusso di dati sulle reti**, all'analisi di **sequenze dati naturali**, per esempio biometrici, meteorologici o sismici.

Negli ultimi anni l'esplosione delle tecniche di **Deep Learning** nelle applicazioni ha aggiunto nuovi strumenti, e sembra suggerire che, per ottenere risposte su un fenomeno in esame, basti far leggere i relativi dati a opportuni **algoritmi intelligenti**. Tuttavia, risposte ottenute senza un reale controllo su queste *black-box* non permettono di valutarne l'affidabilità, che è invece indispensabile per un vero progresso delle conoscenze. L'**affidabilità** è inoltre cruciale nelle applicazioni in contesti in cui le risposte contribuiscono a decisioni di grande impatto sociale, come è il caso di diagnosi e terapie mediche. Per questo è necessario capire come funzionano questi algoritmi, quali elementi del fenomeno prendono in considerazione, e come li elaborano. È altrettanto importante confrontare pregi e limiti di questi strumenti in relazione alla modellistica matematica, perché l'interazione tra i due approcci permette di migliorare conoscenze e qualità delle applicazioni.

Laureate e laureati con una solida e avanzata preparazione in matematica possono avere un ruolo importante in queste sfide, sono in grado di **comprendere i fondamenti** su cui si basano queste nuove tecniche e conoscono le **potenzialità esplicative e predittive** degli strumenti matematici coinvolti.

L'obiettivo del curriculum è formare matematiche e matematici con ampie competenze nei settori dell'**algebra**, della **probabilità**, della **statistica**, della **fisica matematica**, dell'**analisi numerica**, della **ricerca operativa**, che siano in grado di affrontare e risolvere i problemi posti nell'ambito della **Data Science**. Svilupperemo negli anni questo nuovo curriculum, anche approfondendo l'interazione con i corsi di studio che offrono insegnamenti più specializzati. Per questo motivo incoraggiamo l'inserimento nel piano di studi anche di corsi esterni in linea con queste applicazioni.

Per favorire lo scambio con studenti internazionali e rispondere alle richieste del mondo del lavoro, numeri corsi opzionali sono offerti in **lingua inglese**. Naturalmente è possibile completare il piano di studi frequentando solo corsi in italiano.